

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ ГЕКСАХЛОРОПЛАТИНАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

© 2019 г. А. Р. Ткачёва^а, *, В. В. Шарутин^а, О. К. Шарутина^а, П. А. Слепухин^б

^а Национальный исследовательский Южно-Уральский государственный университет,
пр. Ленина 76, Челябинск, 454080 Россия

*e-mail: aesya@mail.ru

^б Институт органического синтеза имени И. Я. Постовского
Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

Поступило в Редакцию 19 марта 2019 г.

После доработки 19 марта 2019 г.

Принято к печати 23 марта 2019 г.

Взаимодействием хлоридов тетраорганилфосфония и триметиламмония с гидратом гексахлороплатиноводородной кислоты в растворе ацетонитрил–диэтилсульфоксид синтезированы комплексы $[\text{Ph}_3\text{PCH}=\text{CHCH}_3]_2[\text{PtCl}_6]$, $[\text{Ph}_3\text{PCH}_2\text{OCH}_3]_2[\text{PtCl}_6]$ и $[\text{Me}_3\text{NH}]_2[\text{PtCl}_6]$. Строение полученных комплексов платины изучено методом рентгеноструктурного анализа.

Ключевые слова: хлорид (пропенил)трифенилфосфония, хлорид (метоксиметил)трифенилфосфония, хлорид триметиламмония гексахлороплатиноводородная кислота, ацетонитрил

DOI: 10.1134/S0044460X19090142

Разработка противоопухолевых и цитотоксических препаратов платины является одной из главных задач в области исследований лекарственных веществ на основе металлорганических соединений уже в течение нескольких десятилетий [1–3]. Платиновые комплексы проявляют каталитические свойства. Так, в их присутствии происходит гидросилилирование стирола и его производных разнообразными гидросиланами [4, 5] и окисление алкинов кислородом воздуха по тройной связи до дикарбонильных соединений [6, 7].

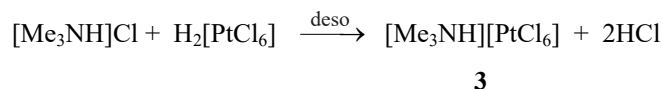
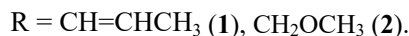
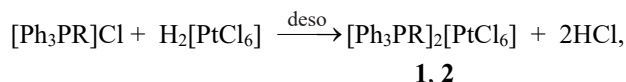
Известно, что платина имеет малое сродство к кислородным лигандам и легко связывается с аминами, сульфидами и фосфинами [8–10]. Исследование устойчивых комплексов платиновых металлов с органическими лигандами является важным как с точки зрения фундаментальной науки, так и в связи с их практической ценностью [11]. Так вариация и количество лигандов, координированных к атому платины, позволяют моделировать и повышать противоопухолевую активность [12, 13]. Также комплексы платины с органическими лигандами являются удобными объ-

ектами для изучения реакций лигандного обмена [14–18]. Например, в растворах тетрахлоро- и гексахлороплатинатов тетраорганилфосфония в диметилсульфоксиде происходит замещение одного из атомов хлора на молекулу S-координированного ДМСО [19, 20].

В настоящей работе изучена возможность обмена лигандов в гексахлороплатинатном анионе. Нами установлено, что взаимодействие хлоридов (пропенил)трифенилфосфония, (метоксиметил)трифенилфосфония и триметиламмония с гексахлороплатиноводородной кислотой в ацетонитриле с добавлением диэтилсульфоксида (deso) (мольное соотношение реагентов 1:1:2) сопровождается образованием комплексов 1–3 (схема 1).

Следует отметить, что реакции комплексообразования, проводимые в присутствии диалкилсульфоксида, часто сопровождаются лигандным обменом с входением в координационную сферу катиона платины молекулы диалкилсульфоксида. Ранее мы синтезировали и структурно идентифицировали диэтилсульфоксидопентахлороплатинаты тетраорганил-

Схема 1.



аммония и -фосфония путем замещения одного из атомов хлора на молекулу S-координированного диэтилсульфоксида [21].

Комплексы 1–3 представляют собой оранжевые кристаллы, выход которых составил 83, 78 и 76% соответственно. Методом рентгеноструктурного анализа (РСА) установлено строение комплексов 1–3. Кристаллографические данные и основные параметры уточнения для соединений 1–3 приведены в табл. 1. По данным РСА, атомы фосфора и азота в катионах имеют мало искаженное тетраэдрическое окружение (рис. 1). Значения валентных углов CPC и CNC в 1–3 приближаются к идеальному тетраэдрическому [107.34(11)–113.71(12)° (1), 107.2(4)–112.3(3)° (2), 109.0(16)–115(3)° (3)] (табл. 2). Расстояния P–C [1.787(2)–1.816(3) Å (1), 1.791(7)–1.842(8) Å (2)] близки к сумме ковалентных радиусов атомов фосфора и углерода (1.88 Å [22]), расстояния N–C 1.44(3)–1.49(2) Å в молекуле комплекса 3 близки между собой. В октаэдрических анионах *транс*-

углы ClPtCl в комплексах 1–3 практически равны теоретическому значению [179.999(2)–180.0° (1), 180.0° (2), 179.2(1)–179.7(2)° (3)], *цис*-углы составляют 88.29(7)–91.07(7)° (1), 89.37(10)–90.63(10)° (2), 88.82(17)–91.09(12)° (3). Расстояния Pt–Cl варьируются в пределах 2.324(2)–2.3497(16) Å (1), 2.332(3)–2.343(3) Å (2), 2.317(5)–2.334(3) Å (3) и близки к суммам ковалентных радиусов указанных атомов (2.35 Å [22]).

Анионы и катионы в комплексах 1–3 образуют цепочки, ориентированные вдоль кристаллографической оси *c*, связанные между собой водородными связями (рис. 2). В кристаллах комплексов 1, 2 цепочки из анионов не связаны друг с другом и чередуются с катионами [расстояния C⁵–H···Cl² 2.74 Å, C⁶–H···Cl⁶ 2.81 Å (1), C⁵–H···Cl³ 2.81 Å, C⁶–H···Cl¹ 2.93 Å (2)] (рис. 3). В кристалле комплекса 1 каждый катион имеет короткие контакты с тремя анионами, в молекуле комплекса 2 – с четырьмя анионами. В кристалле комплекса 3 каждый анион связан с двумя катионами водородными

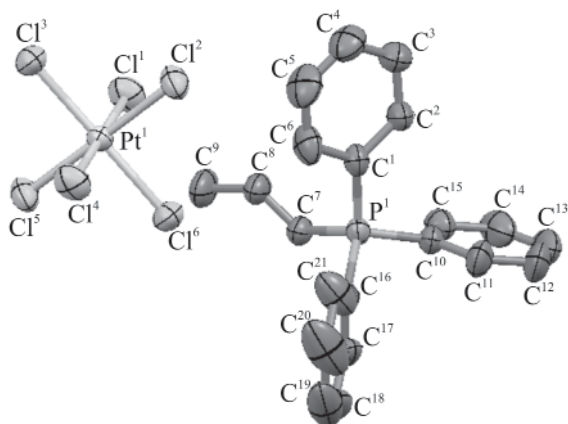


Рис. 1. Общий вид молекулы (пропенил)трифенилфосфонийгексахлороплатината 1 в кристалле (атомы показаны в виде термальных эллипсоидов для вероятности 50%).

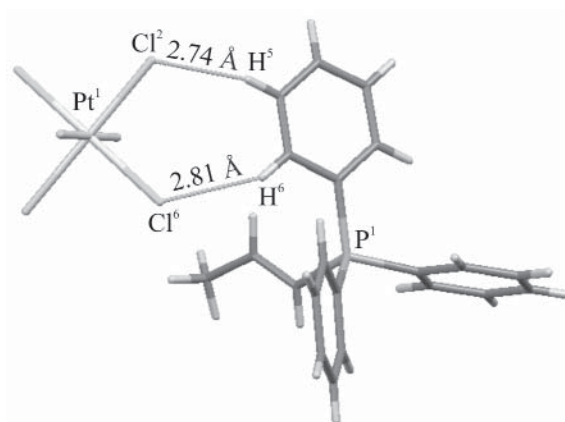


Рис. 2. Водородные связи типа Cl···H–C в кристалле комплекса 1.

Таблица 1. Кристаллографические данные, параметры эксперимента и уточнения структуры комплексов **1–3**

Параметр	1	2	3
<i>M</i>	1014.47	1022.45	528.03
Сингония	Триклинная	Триклинная	Ромбическая
Пространственная группа	<i>P</i> $\bar{1}$	<i>P</i> $\bar{1}$	<i>Pnma</i>
<i>a</i> , Å	10.350(8)	10.272(12)	19.243(11)
<i>b</i> , Å	10.658(9)	10.422(15)	9.857(5)
<i>c</i> , Å	10.761(11)	10.800(13)	10.065(5)
α , град	68.01(4)	79.51(5)	90.00
β , град	81.95(5)	69.40(5)	90.00
γ , град	74.89(4)	74.22(7)	90.00
<i>V</i> , Å ³	1061.5(16)	1037(2)	1909(18)
<i>Z</i>	1	1	8
<i>d</i> _{выч} , г/см ³	1.587	1.638	3.674
μ , мм ⁻¹	3.787	3.882	16.339
<i>F</i> (000)	502.0	506.0	2000.0
Размер кристалла, мм	0.32 × 0.38 × 0.64	0.42 × 0.32 × 0.2	0.43 × 0.39 × 0.08
Область сбора данных по θ , град	5.44–111.1	6.02–69.14	5.78–82.5
Интервалы индексов отражений	–22 ≤ <i>h</i> ≤ 22, –22 ≤ <i>k</i> ≤ 22, –22 ≤ <i>l</i> ≤ 22	–16 ≤ <i>h</i> ≤ 16, –16 ≤ <i>k</i> ≤ 16, –16 ≤ <i>l</i> ≤ 16	–35 ≤ <i>h</i> ≤ 31, –18 ≤ <i>k</i> ≤ 18, –17 ≤ <i>l</i> ≤ 18
Измерено отражений	182104	55535	63676
<i>R</i> _{int}	0.0804	0.0580	0.0930
Независимых отражений	22084	8426	6590
Переменных уточнения	233	246	83
GOOF	0.983	1.065	1.105
<i>R</i> -Факторы по <i>F</i> ² > 2σ(<i>F</i> ²)	<i>R</i> ₁ = 0.0428, <i>wR</i> ₂ = 0.0799	<i>R</i> ₁ = 0.0635, <i>wR</i> ₂ = 0.1604	<i>R</i> ₁ = 0.0999, <i>wR</i> ₂ = 0.3098
<i>R</i> -Факторы по всем отражениям	<i>R</i> ₁ = 0.1312, <i>wR</i> ₂ = 0.1028	<i>R</i> ₁ = 0.0813, <i>wR</i> ₂ = 0.1765	<i>R</i> ₁ = 0.1334, <i>wR</i> ₂ = 0.33042
Остаточная электронная плотность (min/max), e/Å ³	0.62/–2.33	5.87/–4.29	9.70/–6.28

связями [расстояние N¹–H···Cl(2) 2.59 Å, N¹–H···Cl⁶ 2.59 Å, N²–H···Cl⁴ 2.66 Å, N²–H···Cl² 2.73 Å, N²–H···Cl⁵ 2.73 Å]. В катионе комплекса **3** одна метильная группа разупорядочена по двум позициям.

Таким образом, взаимодействие хлоридов тетраорганилфосфония, триметиламмония с гексахлороплатиноводородной кислотой в растворе ацетонитрила с добавлением диэтилсульфоксида

Таблица 2. Основные длины связей и валентные углы в молекулах комплексов 1–3

Связь	<i>d</i> , Å	Угол	ω, град
1			
Pt ¹ –Cl ¹	2.3352(15)	Cl ² Pt ¹ Cl ⁵	180.0
Pt ¹ –Cl ⁴	2.3351(15)	Cl ¹ Pt ¹ Cl ⁴	179.999(2)
Pt ¹ –Cl ²	2.3496(17)	Cl ³ Pt ¹ Cl ⁶	180.0
Pt ¹ –Cl ³	2.324(2)	Cl ¹ Pt ¹ Cl ²	90.94(6)
Pt ¹ –Cl ⁶	2.324(2)	Cl ¹ Pt ¹ Cl ⁵	89.06(6)
P ¹ –C ¹	1.816(1)	Cl ⁴ Pt ¹ Cl ³	91.07(7)
P ¹ –C ¹¹	1.798(2)	Cl ³ Pt ¹ Cl ¹	88.93(7)
P ¹ –C ²¹	1.798(2)	Cl ³ Pt ¹ Cl ²	90.71(7)
P ¹ –C ⁷	1.787(2)	C ²¹ P ¹ C ⁷	107.10(12)
C ⁷ –C ⁸	1.321(3)	C ¹¹ P ¹ C ⁷	110.52(11)
C ⁸ –C ⁹	1.496(3)	C ¹ P ¹ C ⁷	109.16(10)
		C ¹¹ P ¹ C ¹	108.98(11)
		C ¹¹ P ¹ C ²¹	107.34(11)
		C ²¹ P ¹ C ¹	113.71(12)
2			
Pt ¹ –Cl ¹	2.343(3)	Cl ¹ Pt ¹ Cl ⁵	90.63(10)
Pt ¹ –Cl ²	2.334(3)	Cl ¹ Pt ¹ Cl ³	90.17(12)
Pt ¹ –Cl ³	2.332(3)	Cl ¹ Pt ¹ Cl ²	89.37(10)
Pt ¹ –Cl ⁴	2.343(3)	Cl ¹ Pt ¹ Cl ⁴	180.0
Pt ¹ –Cl ⁵	2.334(3)	Cl ³ Pt ¹ Cl ⁴	89.83(12)
Pt ¹ –Cl ⁶	2.332(3)	Cl ³ Pt ¹ Cl ²	89.43(10)
P ¹ –C ²¹	1.809(6)	Cl ⁶ Pt ¹ Cl ³	180.0
P ¹ –C ¹¹	1.791(7)	Cl ² Pt ¹ Cl ⁵	180.0
P ¹ –C ⁷	1.842(8)	C ²¹ P ¹ C ⁷	110.5(4)
P ¹ –C ¹	1.798(7)	C ¹ P ¹ C ²¹	110.0(3)
C ⁷ –O ¹	1.355(15)	C ¹ P ¹ C ⁷	107.2(4)
C ⁸ –O ¹	1.355(18)	C ¹¹ P ¹ C ¹	112.3(3)
		C ¹¹ P ¹ C ²¹	108.7(3)
		C ¹¹ P ¹ C ⁷	108.2(4)
		C ⁷ O ¹ C ⁸	119.4(15)
3			
Pt ¹ –Cl ¹	2.318(3)	Cl ² Pt ¹ Cl ¹	91.09(12)
Pt ¹ –Cl ²	2.334(3)	Cl ² Pt ¹ Cl ⁴	89.80(13)
Pt ¹ –Cl ³	2.317(5)	Cl ⁶ Pt ¹ Cl ²	88.82(17)
Pt ¹ –Cl ⁴	2.318(3)	Cl ³ Pt ¹ Cl ⁴	179.7(2)
Pt ¹ –Cl ⁵	2.334(3)	Cl ³ Pt ¹ Cl ¹	90.83(14)
Pt ¹ –Cl ⁶	2.368(5)	Cl ³ Pt ¹ Cl ²	90.00(14)
N ¹ –C ²	1.44(3)	Cl ⁶ Pt ¹ Cl ¹	179.16(12)
N ¹ –C ¹	1.486(19)	Cl ² Pt ¹ Cl ⁵	179.17(12)
N ¹ –C ³	1.486(19)	C ² N ¹ C ³	109.8(12)
N ² –C ⁴	1.48(2)	C ² N ¹ C ¹	109.8(12)
N ² –C ⁵	1.48(2)	C ¹ N ¹ C ³	112(2)
N ² –C ⁶	1.51(3)	C ⁴ N ¹ C ⁵	115(3)
		C ⁶ N ¹ C ⁵	109.0(16)
		C ⁶ N ¹ C ⁴	109.0(16)

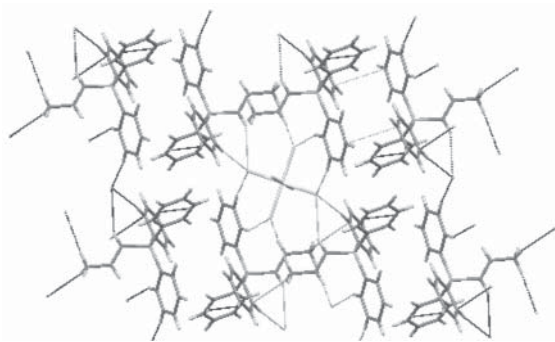


Рис. 3. Упаковка катионов и анионов в кристалле комплекса **1**.

не сопровождается лигандным обменом в анионе, продуктами реакций являются гексахлороплатинаты тетраорганилфосфония, триметиламмония. Геометрические параметры координационных узлов атомов платины в анионах $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ имеют близкие значения.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры записывали на ИК спектрометре Shimadzu IRAffinity-1S в таблетках KBr в области $4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$. Рентгеноструктурный анализ проводили на дифрактометре Bruker D8 QUEST (MoK_α -излучение, $\lambda = 0.71073\text{ \AA}$, графитовый монохроматор) при $296(2)\text{ К}$. Структуры расшифрованы прямым методом. Позиции и температурные параметры неводородных атомов уточнены в изотропном, а затем в анизотропном приближении полноматричным МНК. Атомы водорода помещены в геометрически рассчитанные положения и включены в уточнение по модели *наездника*. Сбор, редактирование данных и уточнение параметров элементарной ячейки, а также учет поглощения проведены по программам SMART и SAINT-Plus [23]. Все расчеты по определению и уточнению структур выполнены по программам SHELXL/PC [24] и OLEX2 [25]. Полные таблицы координат атомов, длин связей и валентных углов депонированы в Кембриджском банке структурных данных [CCDC 1877554 (**1**), 1880723 (**2**), 1880846 (**3**)].

Синтез $[\text{Ph}_3\text{PCH}=\text{CHCH}_3]_2[\text{PtCl}_6]$ (1**).** Раствор 68 мг (0.1 ммоль) хлорида аллилтрифенилфосфония в 4 мл ацетонитрила приливали к раствору 50 мг (0.1 ммоль) гексагидрата гексахлороплатиноводородной кислоты в 4 мл ацетонитрила. К

полученной смеси добавляли 0.2 мл диэтилсульфоксида. Раствор концентрировали до объема 0.5 мл, образовавшиеся кристаллы фильтровали и сушили. Выход 84 мг (83%), оранжевые кристаллы, т. пл. 211°C . ИК спектр, ν , см^{-1} : 3056, 2998, 2979, 2360, 1635, 1610, 1484, 1435, 1371, 1314, 1260, 1189, 1171, 1114, 998, 966, 816, 749, 720, 690, 540, 506. Найдено, %: С 49.61; Н 3.99. $\text{C}_{42}\text{H}_{40}\text{P}_2\text{Cl}_6\text{Pt}$. Вычислено, %: С 49.70; Н 3.94. $\text{C}_{42}\text{H}_{40}\text{P}_2\text{Cl}_6\text{Pt}$.

Комплексы **2** и **3** получали аналогично.

$[\text{Ph}_3\text{PCH}_2\text{OCH}_3]_2[\text{PtCl}_6]$ (2**).** Выход 78%, оранжевые кристаллы, т. пл. 184°C . ИК спектр, ν , см^{-1} : 3053, 2930, 1436, 1112, 758, 688, 530, 501. Найдено, %: С 46.79; Н 4.03. $\text{C}_{40}\text{H}_{40}\text{P}_2\text{Cl}_6\text{PtO}_2$. Вычислено, %: С 46.97; Н 3.91. $\text{C}_{40}\text{H}_{40}\text{P}_2\text{Cl}_6\text{PtO}_2$.

$[(\text{CH}_3)_3\text{NH}]_2[\text{PtCl}_6]$ (3**).** Выход 76%, оранжевые кристаллы, т. пл. 208°C . ИК спектр, ν , см^{-1} : 2987, 2940, 2908, 1717, 1654, 1557, 1455, 1406, 1374, 1309, 1280, 1183, 1144, 1068, 1003, 966, 783, 765, 700, 485. Найдено, %: С 13.55; Н 3.84. $\text{C}_6\text{H}_{20}\text{N}_2\text{Cl}_6\text{Pt}$. Вычислено, %: С 13.63; Н 3.79. $\text{C}_6\text{H}_{20}\text{N}_2\text{Cl}_6\text{Pt}$.

ФОНДОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (грант № 4.6151.2017/8.9).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cubo L., Quiroga A.G., Zhang J. // J. Chem. Soc. Dalton Trans. 2009. P. 3457. doi 10.1039/b819301k
2. Johnstone T.C., Suntharalingam K., Lippard S.J. // Chem. Rev. 2016. Vol. 116. P. 3436. doi 10.1021/acs.chemrev.5b00597.
3. Крылова Л.Ф., Матвеева Л.М. // ЖСХ. 2005. Т. 46. № 1. С. 77; Krylov L.F., Matveeva L.M. // J. Struct. Chem. 2005. Vol. 45. N 1. P. 75. doi 10.1007/s10947-006-0011-7
4. Елисеева А.А., Сневак В.Н., Калинин А.В., Скворцов Н.К. // Изв. СПбГТИ(ТУ). 2014. Т. 52. № 26. С. 48.

5. Ura Y., Gao G., Bao F., Ogasawara M., Takahashi T. // *Organometallics*. 2004. Vol. 23. N. 21. P. 4804. doi 10.1021/om0493311
6. Шарутин В.В., Шарутина О.К., Сенчури В.С. // *Бутлеровск. сообщ.* 2013. Т. 36. № 11. С. 98.
7. Kukushkin V.Yu., Belsky V.K., Kononov V.E., Aleksandrova E.A., Pankova E.Yu., Moiseev A.I. // *Phosphorus, Sulfur, Silicon, Relat. Elem.* 1992. Vol. 69. P. 103. doi 10.1080/10426509208036859
8. Cotton F.A., Francis R. // *J. Am. Chem. Soc.* 1960. Vol. 82. P. 2986. doi 10.1021/ja01497a003.9
9. Meek D.W., Straub D.K., Drago R.S. // *J. Am. Chem. Soc.* 1960. Vol. 82. P. 6013. doi 10.1021/ja01508a012
10. Кукушкин Ю.Н., Хроменкова З.А., Эсаулова В.А. // *ЖОХ*. 1993. Т. 63. Вып. 10. С. 2386.
11. Шарутин В.В., Шарутина О.К., Сенчури В.С. // *ЖОХ* 2016. Т. 86. Вып. 9. С. 1536; Sharutin V.V., Sharutina O.K., Senchurin V.S. // *Russ. J. Gen. Chem.* 2016. Vol. 86. N 9. P. 2100. doi 10.1134/S1070363216090206
12. Quiroga A.G., Perez J.M., Alonso C. // *J. Med. Chem.* 2006. Vol. 49. N 1. P. 224. doi 10.1021/jm050804v
13. Ramos-Lima F.J., Quiroga A.G., Garcia-Serrelde B. // *J. Med. Chem.* 2007. Vol. 50. N 9. P. 2194. doi 10.1021/jm061219c
14. Кукушкин Ю.Н. // *Коорд. хим.* 1998. Т. 24. № 3. С. 185.
15. Кукушкин Ю.Н., Пахомова Т.Б. // *ЖНХ*. 1997. Т. 42. № 1. С. 76.
16. Кукушкин Ю.Н., Хроменкова З.А. // *ЖОХ*. 1997. Т. 67. Вып. 7. С. 1206.
17. Кукушкин Ю.Н., Пахомова Т.Б. // *ЖОХ*. 1995. Т. 65. Вып. 3. С. 514.
18. Rochon F.D., Bensimon C., Tessier C. // *Inorg. Chim. Acta*. 2008. Vol. 361. N 1. P. 16. doi 10.1016/j.ica.2007.06.004
19. Шарутин В.В., Шарутина О.К., Сенчури В.С., Ткачёва А.Р. // *ЖОХ*. 2018. Т. 88. Вып. 7. С. 1165; Sharutin V.V., Sharutina O.K., Senchurin V.S., Tkacheva A.R. // *Russ. J. Gen. Chem.* 2018. Vol. 88. N 7. P. 1456. doi 10.1134/S1070363218070174.
20. Шарутин В.В., Сенчури В.С., Мосунова Т.В. // *Вестн. ЮУрГУ*. 2017. Т. 9. Вып. 4. С. 61. doi 10.14529/chem170410
21. Ткачёва А.Р., Шарутин В.В., Шарутина О.К. // *ЖОХ*. 2019. Т. 89. Вып. 2. С. 283; Tkacheva A.R., Sharutin V.V., Sharutina O.K. // *Russ. J. Gen. Chem.* 2019. Vol. 89. N 2. P. 277. doi 10.1134/S107036321902018X
22. Бацанов С.С. // *ЖНХ*. 1991. Т. 36. № 12. С. 3015.
23. SMART and SAINT-Plus. Versions 5.0. Data Collection and Processing Software for the SMART System. Bruker AXS Inc. 1998. Madison, Wisconsin, USA.
24. SHELXTL/PC. Versions 5.10. An Integrated System for Solving, Refining and Displaying Crystal Structures From Diffraction Data. Bruker AXS Inc. 1998. Madison, Wisconsin, USA.
25. Dolomanov O.V., Bourhis L.J., Gildea R.J., Howard J.A.K., Puschmann H. // *J. Appl. Cryst.* 2009. Vol. 42. P. 339. doi 10.1107/S0021889808042726

Synthesis and Structure of Hexachloroplatinate Complexes

A. R. Tkacheva^a, *, V. V. Sharutin^a, O. K. Sharutina^a, and P. A. Slepukhin^b

^a National Research South Ural State University, pr. Lenina 76, Chelyabinsk, 454080 Russia

*e-mail: aesia@mail.ru

^b I. Ya. Postovskii Institute of Organic Synthesis, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

Received March 19, 2019; revised March 19, 2019; accepted March 23, 2019

Reaction of tetraorganylphosphonium and trimethylammonium chlorides with hexachloroplatinic acid hydrate in a solution of acetonitrile–diethyl sulfoxide afforded $[\text{Ph}_3\text{PCH}=\text{CHCH}_3]_2[\text{PtCl}_6]$, $[\text{Ph}_3\text{PCH}_2\text{OCH}_3]_2[\text{PtCl}_6]$ and $[\text{Me}_3\text{NH}]_2[\text{PtCl}_6]$ complexes. Structure of the obtained platinum complexes was studied by X-ray diffraction analysis.

Keywords: (propenyl)triphenylphosphonium chloride, (methoxymethyl)triphenylphosphonium chloride, trimethylammonium chloride, hexachloroplatinic acid, acetonitrile